Aus der Physiologisch-Chemischen Anstalt der Universität Basel

Die anorganischen Bestandteile von Pankreas und Nebennieren

Erster, physiologischer Teil

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der hohen medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

Hans Marx, med. pract.
aus Basel

Verlagsbuchhandlung Julius Springer in Berlin
1926

Von der medizinischen Fakultät Basel genehmigt
auf Antrag von Prof. Spiro

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderdruck aus: „Biochemische Zeitschrift", Band 179, Heft 4/6

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548825_0167

Die anorganischen Bestandteile von Pankreas und Nebennieren.

Erster, physiologischer Teil.

In Versuchen, bei welchen von *N. Seiffert* (1) zum Nachweis kleinster Bleimengen eine Veraschung der Gewebe vorgenommen wurde, zeigte sich, daß, wie das schon vorher *Policard* (2) von histologischen Gesichtspunkten aus festgestellt hatte, in den verschiedenen vollkommen veraschten Schnitten die Struktur der Gewebe so vollkommen erhalten war, daß die mikroskopische Diagnose jeder Gewebsart leicht gestellt werden konnte. Diese Beobachtungen sind in der physiologisch-chemischen Anstalt weiter verfolgt worden, und *E. Tschopp* hat hierüber in v. Möllendorffs Handbuch der mikroskopischen Anatomie eingehend berichtet, besonders auch über seine erfolgreichen Versuche, in derartigen histologischen Schnitten die einzelnen anorganischen Bestandteile durch spezifische Reaktionen festzulegen. Aus allen diesen Erfahrungen ergibt sich jedenfalls die eine Tatsache unzweifelhaft, daß ganz unabhängig von der Menge organischer Materie, deren Gehalt, wie oft nachgewiesen wurde, stark wechselt, offenbar der *anorganische Aufbau der Gewebe eine spezifische Eigenart* erkennen läßt.

Es erhebt sich naturgemäß die Frage, ob also eine anorganische Spezifität auch auf chemischem Wege festzustellen ist. Die in der Literatur vorhandenen Angaben sprechen durchaus nicht in diesem Sinne, ja man kann sogar sagen, daß die uns durch die Veraschungsmethode histologischer Bilder nahegelegte Auffassung von einem spezifischen und charakteristischen Aufbau der Gewebe durch die bisher vorliegenden Analysen durchaus nicht bestätigt wird. Man braucht nur die in den Lehrbüchern angegebenen Zahlen durchzusehen, um das Unerwartete der Veraschungsbefunde zu erkennen. Um einige Daten für die von mir untersuchten Organe zu geben, beträgt nach den Angaben, auf die ich weiter unten zu sprechen komme, der Aschengehalt eines Pankreas nach den Untersuchungen von *Gossmann* (3) bei einem

Manne 18 Prom. und bei einer Frau nur 13 Prom., ebenso berechnet sich z. B. das Verhältnis Ca zu Mg im Pankreas beim Manne auf das Doppelte wie bei der Frau, oder es ist nach den Untersuchungen von *Lüning* (4) bei dem einen Pankreas dieses selbe Verhältnis das $2\frac{1}{2}$fache des anderen.

Es lag immerhin die Möglichkeit vor, daß hier Zufälligkeiten (wenn wir von Analysenfehlern ganz absehen) eine große Rolle spielen. Es erwies sich daher als wünschenswert, diese Untersuchungen neu aufzunehmen, da wir gegenüber den früheren Untersuchungen zwei methodische Fortschritte heranziehen können. Zunächst sind in den letzten Jahren die Bestimmungsmethoden derartig verfeinert worden, daß mit sehr viel kleineren Quantitäten schon exakt stimmende Werte zu erzielen sind bzw. die Genauigkeit derartiger Analysen dank auch beträchtlicher Vereinfachung erheblich zugenommen hat. Vielleicht noch wichtiger ist aber die Tatsache, daß durch das neue von *Krause* erfundene Verfahren die Trocknung der Organe außerordentlich verbessert worden ist, was gerade für derartige Analysen als ein ganz besonderer Fortschritt zu buchen ist, da ja bekanntlich gerade die Trocknung der Gewebe außerordentliche Schwierigkeiten bereitet. Ich darf aber gleich an dieser Stelle schon vorwegnehmen, daß Analysen aus frischen Organen mir Zahlen gaben, die mit denjenigen an „Krausepräparaten" gut übereinstimmten. Damit ist experimentell gezeigt, daß das Krauseverfahren für die Trocknung ganz Vorzügliches leistet, wie das ja auch schon durch physiologische Untersuchungen festgestellt ist. Für die Analyse von Organen aber ist die Verwendung derartiger Pulver ein sehr großer Vorteil, weil es auf diesem Wege gelingt, Organe verschiedener Herkunft gut miteinander zu mischen bzw. Durchschnittswerte aus einer größeren Zahl von Exemplaren desselben Organs zu erhalten. Deshalb wurden die Untersuchungen hauptsächlich an solchen Krausepulvern vorgenommen. Natürlich ist nicht anzunehmen, daß eine Deponierung anorganischer Stoffe nicht ebensogut möglich ist, wie die von organischen Stoffen, ja gewisse Erfahrungen, wie z. B. über den Kieselsäuregehalt des Pankreas [*Rössle* (5)] und ähnliche [*Kahle* (6)], sprechen für eine physiologisch und pathologisch vermutlich außerordentlich wichtige Variabilität. Das gibt ein Arbeitsprogramm, auf das wir noch zurückkommen wollen. Aber bevor man derartige pathologische Veränderungen studiert, muß zunächst einmal festgestellt werden, besteht für die wichtigsten Elementarbausteine der Zelle, die in größerer und charakteristischer Menge am Aufbau der Zelle beteiligt sind, bezüglich ihres Vorkommens irgendwelche Gesetzmäßigkeit? Der Organismus strebt ja doch auf Grund einer für ihn charakteristischen Regel („Bildungsmelodie", *K. E. von Baer*, „raumzeitliche Regel", *Petersen*) für alle seine Organe

einem bestimmten Funktionszustand und damit einem bestimmten Aufbau zu, der in dem Wechsel von Assimilation und Dissimilation gewissermaßen die statische Architektur der Organe darstellt.

Ich bin also daran gegangen, in einzelnen Organen den Aschengehalt quantitativ zu bestimmen, und ich habe, als sich herausstellte, daß ein Teil der anorganischen Bestandteile relativ leicht durch organische Lösungsmittel extrahiert werden kann, auch diese noch in den Kreis meiner Betrachtung hineingezogen, da zwischen den einzelnen Fraktionen der Lipoide, den Phosphatiden und dem Cholesterin nicht nur ein ähnliches Gleichgewicht zu bestehen scheint wie zwischen den einzelnen Kationen, sondern auch weil jede dieser Gruppen bezüglich ihres funktionellen Verhaltens mit bestimmten Kationen in Beziehung gebracht worden ist.

Als Material für die Untersuchungen kamen zunächst frische Organe in Betracht. Weiter aber erwies es sich als sehr vorteilhaft, wie oben bereits auseinandergesetzt wurde, die trockenen Organpulver zu verwenden, welche nach dem Krauseverfahren in so schonender Weise hergestellt sind, daß eine Zersetzung dabei vermutlich auf ein Minimum eingeschränkt ist.

Angewandte Untersuchungsmethoden.

Zur Bestimmung der *Kationen* ($Na^{\cdot}$, $K^{\cdot}$, $Ca^{\cdot\cdot}$, $Mg^{\cdot\cdot}$) wurde mit rauchender Salpetersäure zum Teil in Kombination mit Wasserstoffsuperoxyd verascht, die Salpetersäure vertrieben und die Asche in einem gemessenen Volumen Wasser gelöst. Das *Natriumion* wurde nach der *Tschopp*schen (7) titrimetrischen Halbmikromethode bestimmt. Das Natriumion wird als schwerlösliches Natrium-Cäsium-Wismutnitrit gefällt und der Niederschlag mit Kaliumpermanganat oxydiert. Bei peinlich genauem Arbeiten ergab die Methode befriedigende Resultate. Die Bestimmung des *Kaliumions* wurde nach *Kramer* und *Tisdall* (8) vorgenommen. Das Kaliumion wird als Komplexsalz (Kobalt-Kaliumnitrit) gefällt, der Niederschlag durch oxydimetrische Titration mit Kaliumpermanganat bestimmt. Ebenfalls nach *Kramer* und *Tisdall* (9) wurde das *Calciumion* bestimmt. Mit Ammoniumoxalat wird das Calcium gefällt, die aus dem Niederschlag durch Schwefelsäure in Freiheit gesetzte Oxalsäure mit Permanganat titriert.

Zur *Magnesium*bestimmung wurde die von *Gadient* (10) angegebene Methode angewandt. In der vom Calcium befreiten Lösung wird phosphorsaures Ammoniakmagnesium ausgefällt, die Phosphorsäure kolorimetrisch bestimmt und daraus das Magnesium berechnet.

Von den *Anionen* wurden Chlor und Phosphor bestimmt. Schwierigkeiten machte die Chlorbestimmung. Die trockene Veraschung gab keine befriedigenden Resultate; die neuerdings von *Marianne Richter-Quittner* (11) empfohlene Veraschung auf nassem Wege mit Salpetersäure gab mir auch keine guten Werte. Am besten bewährte sich das folgende der *Bang*schen Methode (12) analoge Verfahren: etwa 50 mg Substanz wurden durch Stehenlassen über Nacht mit Wasser ausgelaugt und in einem Teil dieses Wassers das Chlor nach *van Slyke* und *Donleavy* (13) bestimmt. Die Methode ließ sich gut anwenden bei dem äußerst fein gemahlenen Krausepulver.

Zur *Phosphorbestimmung* wurde die Substanz mit Salpetersäure und Schwefelsäure feucht verascht und der Phosphor nach der von *Briggs* (14) modifizierten Methode von *Doisy* und *Bell* (15) bestimmt.

Die Stickstoffanalysen wurden nach *Kjeldahl* ausgeführt, und zwar nach den Vorschriften von *Pregl* (16).

Sämtliche angegebenen Zahlen sind Mittelwerte aus Doppelanalysen.

Anorganische Bestandteile.

A. Nebenniere.

I. *Frisches Organ.* Die frischen Nebennieren stammten von einem 34jährigen gesunden Manne, der durch Stichverletzung in das Abdomen ums Leben gekommen war. Es wurden nur die Kationen bestimmt. Alle Zahlen wurden auf 100 g Frischgewicht umgerechnet. Division durch das Atomgewicht ergab die in der zweiten Rubrik stehenden Milligramm-Molwerte.

Na	44,06 mg	1,916 mg-Mol
K	103,10 „	2,636 „
Ca	15,60 „	0,389 „
Mg	9,86 „	0,405 „

II. *Pulver* auf 100 g Trockenpulver gefunden.

Na	246,21 mg	10,71 mg-Mol
K	610,43 „	15,61 „
Ca	101,29 „	2,528 „
Mg	61,02 „	2,508 „

Aus dem Verhältnis Frischorgan : Pulver berechnet sich der Wassergehalt der Nebennieren zu 83,48 Proz. In der Literatur habe ich keine Angaben über den Wassergehalt der Nebennieren gefunden. Stellt man die Quotienten K : Ca, Ca : Mg, K : Na von frischem Organ und Pulver einander gegenüber, so ergibt sich eine auffallende Übereinstimmung. Die Quotienten wurden aus den Milligramm-Molzahlen berechnet.

K : Ca	6,77	frisches Organ	6,18 Pulver
Ca : Mg	0,96	„ „	1,031 „
K : Na	1,376	„ „	1,458 „

Pulver : Frischorgan. K : Ca 1,096, Ca : Mg 1,074, K : Na 1,060. Im Pulver wurden auch die Anionen Cl' und P''' bestimmt. Für Cl berechnet sich der Wert für 100 g auf 302 mg. Für PO_4 (gesamter Phosphor) auf 1026 mg.

B. Pankreas.

I. Frisches Organ. 34jähriger Mann.

Na	87,14 mg	3,79 mg-Mol
K	226,3 „	5,79 „
Ca	14,46 „	0,36 „
Mg	27,46 „	1,13 „

II. Pulver.

Na	271,8 mg	11,82 mg-Mol
K	1044,26 „	26,71 „
Ca	62,21 „	11,55 „
Mg	93,76 „	3,855 „

Aus dem Verhältnis Frischorgan: Pulver berechnet sich der Wassergehalt des Pankreas zu 74,8 Proz. Im Handbuch der Biochemie, herausgegeben von *Oppenheimer* (17), finden sich folgende Angaben über den Wassergehalt des Pankreas: 78 Proz. nach *Bottazzi-Boruttau*, 72,7 Proz. nach *Magnus-Levy*. Auch hier findet man bei Gegenüberstellung der Quotienten K : Ca, Ca : Mg und K : Na von frischem Organ und Pulver ausreichende Übereinstimmung.

K : Ca	16,03	frisches	Organ	17,20 Pulver
Ca : Mg	0,32	„	„	0,40 „
K : Na	1,53	„	„	2,26 „

Pulver : Frischorgan. K : Ca 1,07, Ca : Mg 1,25, K : Na 1,47. Im Pulver wurde gefunden für Cl 313,9 mg, für PO_4 (gesamter Phosphor) 1007,4 mg.

Diese Resultate sind deshalb bemerkenswert, weil nach den früheren Angaben die anorganische Zusammensetzung zwischen Mensch und Tier einerseits und zwischen den einzelnen Menschen andererseits, z. B. zwischen Mann und Weib ganz verschieden ist. Nicht nur der Gesamtaschengehalt, sondern auch die Verhältnisse K : Ca, Ca : Mg, K : Na schwanken in weiten Grenzen. Ich führe aus den Arbeiten von *Gossmann* (18) und von *Lüning* (19) folgende Zahlen an.

Gossmann: auf 1000 Teile berechnet (Pankreas).

Asche: Mann 17,92 : Kuh 6,77 . . . . . = 2,62
Weib 13,05 : Kuh 6,77 . . . . . = 1,93
Mann 17,92 : Weib 13,05 . . . . . = 1,37

Ca : Mg Kuh 3,89, Mann 2,89, Weib 1,44. Ca : Mg Mann : Weib = 2,52.

Lüning:

K : Na	0,492	Pankreas	I	0,349 Pankreas	II
Ca : Mg	1,05	„	I	2,78 „	II = 2,65

Für den Gesamtaschengehalt kann ich keine direkten Angaben machen; immerhin berechnet sich aus den einzelnen Bestandteilen ein ziemlich übereinstimmender Wassergehalt; aber aus den vorhin angeführten Zahlen ergibt sich, daß das gegenseitige Ionenverhältnis fast identisch ist. Daraus geht hervor, daß der gleichen Funktionsweise ein gleiches Verhältnis entspricht. Auch daraus erhellt, daß die anorganischen Bestandteile nicht gleichgültig sind und in ihren gegenseitigen Verhältnissen — im Gegensatz zum Fett — konstant sind. Zum Vergleich stelle ich die Resultate der beiden untersuchten Krauseorganpulver nebeneinander. Bei den Frischorganwerten treten die Unterschiede wegen des verschiedenen Wassergehalts nicht so deutlich hervor.

	Nebenniere		Pankreas	
	mg	mg-Mol.	mg	mg-Mol.
Na	246,21	10,71	271,8	11,82
K	610,43	15,61	1044,26	26,71
Ca	101,29	2,58	62,21	1,55
Mg	61,02	2,50	93,76	3,855
Cl	302,0	8,54	313,9	8,85
PO_4	1026,0	—	1007,4	—
H_2O (ber.)	83,48 Proz.	—	74,8 Proz.	—

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, zeichnet sich das *Pankreas gegenüber der Nebenniere durch hohen Kaliumgehalt aus.* Geringer sind die Differenzen im Calcium-, Magnesium- und Wassergehalt. Es findet sich *im Pankreas gegenüber der Nebenniere Zunahme des Magnesiums, Abnahme des Calciums und des Wassers.* Eine eigenartige Ausnahme bildet das *Natrium.* Es ist in beiden Organen *fast gleich.*

Extraktionsversuche.

Die Untersuchungen über die Lipoide der beiden von mir studierten Organe gelten bisher wesentlich der Isolierung und Charakterisierung der in Betracht kommenden Stoffe. Mir kam es zunächst hauptsächlich nur auf eine Fraktionierung an, einerseits, um das Verhältnis von Stearinen zu Phosphatiden, die ja, wie in der Einleitung hervorgehoben, funktionell zu den Kationen in Beziehung stehen, festzustellen, andererseits, weil schon bei den ersten Versuchen sich ergeben hatte, daß ein Teil der Kationen selbst in relativ konzentriertem Alkohol löslich ist. Die Aufeinanderfolge der einzelnen Extraktionsmittel ist bei den einzelnen Autoren [*Goldschmidt, Wagner, Beumer, Alexander, Borberg* (20)] verschieden, ich bin der von *Gorodissky* (21) angegebenen Methodik gefolgt. Es werden drei Extraktionen vorgenommen: Aceton, Petroläther, absoluter Alkohol. Da ich nicht mit Milligrammen, sondern mit Grammen arbeitete, wurden die Extraktionszeiten bedeutend verlängert. Sämtliche Extraktionen wurden in einem Soxhletapparat bei der entsprechenden Siedetemperatur ausgeführt.

A. Nebenniere.

I. 14stündige Extraktion mit Aceton. Von 4,3280 g gingen 0,9425 g ins Aceton über. Der Acetonextrakt war dunkelbraun gefärbt, in der Kälte fiel eine braune Substanz in Flocken aus.

II. 24stündige Extraktion mit Petroläther. In diesen Extrakt gingen 0,4731 g über. Der Extrakt war farblos.

III. 10stündige Extraktion mit Alkohol absolutus. In diesen Extrakt gingen 0,2579 g über. Der Extrakt war dunkelbraun gefärbt; in der Kälte fiel eine hellbraune Substanz aus. Von 4,3280 g waren zusammen extrahierbar 1,6735 g oder 38,67 Proz.

Auf die Extrakte entfallen:

I. Aceton	56,3 Proz.
II. Petroläther	28,3 „
III. Alkohol abs.	15.4 „

Von 100 g sind extrahiert 38,67 Proz.

Von diesen entfallen:

56,3 Proz. auf Aceton	= 21,78 g
28,3 „ „ Petroläther	= 10,92 g
15,4 „ „ Alkohol abs.	= 5,95 g

Zum Vergleich führe ich noch zwei Extraktionsversuche an: Extraktion mit 92proz. Alkohol und dann mit Äther. Von 2,0215 g gingen 0,7274 g in die Extrakte über, oder 35,98 Proz. Extraktion mit 92proz. Alkohol: von 1,2218 g gingen 0,4945 g in den Extrakt über, oder 40,47 Proz. Die Nebenniere liefert also im Durchschnitt 38 Proz. extrahierbare, das heißt in Äther, Alkohol usw. lösliche Substanzen. *Biedl* gibt ein Drittel der Trockensubstanz an.

In den verschiedenen Extraktionsfraktionen wurden jeweils Stickstoff und Phosphor bestimmt; im Acetonextrakt auch das Cholesterin.

I. Acetonextrakt. Der Extrakt wurde filtriert; das auf 250 ccm gebrachte Filtrat und die ausgefallene Substanz wurden für sich untersucht. Aschenbestandteile waren keine nachweisbar.

Filtrat	0,8704 g	
Ausgefallen	0,0721 g	
Im Filtrat	P	1,765 mg
	N	19,9169 „
Im Ausgefallenen	P	0,177 „
	N	3,821 „
Zusammen	P	1,942 mg
	N	23,737 „

Cholesterinbestimmung. Nach den Angaben von *Gorodissky* geht das Cholesterin quantitativ in den Acetonextrakt über. Die Bestimmungen wurden nach der der *Liebermann-Burchard*schen Reaktion nachgebildeten kolorimetrischen Methode ausgeführt. Das Aceton wurde durch Erwärmen auf dem Wasserbad verjagt, im Rückstand das Cholesterin bestimmt.

Freies Cholesterin 50 mg.

Zur Bestimmung des in Esterform vorhandenen Cholesterins wurde der nach dem Verdampfen des Acetons verbliebene Rückstand 5 Stunden mit 20proz. Kalilauge verseift. Die Bestimmung ergab für Cholesterin + Cholesterinester = Gesamtcholesterin 284,1 mg.

Um Vergleiche ziehen zu können, habe ich meine Resultate auf 100 g Pulver umgerechnet. Von 100 g Pulver 38,67 Proz extrahierbar, davon 56,3 Proz = 21,78 g im Aceton und darin 6,575 g Cholesterin, oder vom extrahierbaren sind 17,0 Proz. Cholesterin.

Aus der zahlreichen Literatur über Nebennierenlipoide führe ich die Zahlen von *Borberg* (22) an. Er gibt für Cholesterin folgende Werte:

Vom Extrakt 8,8 bis 35,5 Proz. Cholesterin. Mittelwert 21,06 Proz. Die absoluten Zahlen aus seinen Angaben auf 100 g berechnet, ergeben 7,812 g, 1,994 g, 7,818 g, 7,094 g, 1,5 g. Es ist zu bemerken, daß *Borberg* nur die Rinde der Nebenniere untersucht hat. Große Verschiedenheiten finden sich in den Angaben darüber, ob das Cholesterin als solches oder als Ester vorhanden sei. *Rosenheim* und *Tebb* (23), die eine große Menge (25 kg) Nebennieren untersuchten, geben an, daß sie kein freies Cholesterin, selbst nicht mit der sehr feinen *Windaus*schen Digitoninmethode nachweisen konnten. *Goldschmidt* fand Cholesterin als solches und keine Cholesterinester. *Beumer* gibt an, daß das Cholesterin sich fast nur in freiem Zustande finde und nur ein sehr kleiner Teil in gebundener Form als Cholesterinester. Ich fand sowohl freies Cholesterin als Cholesterinester. Ich glaube, daß die verschiedenen Befunde von der Trocknungsmethode bzw. Art und Dauer der Aufbewahrung abhängen.

II. Petrolätherextrakt. Es gingen in diesen Extrakt 0,4731 g über. Nach *Beumers* Angaben geht in diese Fraktion eine Substanz über vom Verhältnis P : N wie 1 : 1, und er deutet sie als Lecithin. Infolge eines Mißgeschickes konnten die P- und N-Bestimmungen in dieser Fraktion nicht ausgeführt werden.

III. Alkoholextrakt. In diese Fraktion gingen 0,2579 g über; eine Substanz fiel in kleinen braunen Flöckchen aus; ihr Gewicht betrug 0,0182 g. Es wurde filtriert, das völlig klare Filtrat enthielt noch 0,2397 g. Von dem Ausgefallenen konnten keine Analysen gemacht werden. Im Filtrat ergaben die Bestimmungen für:

P 2,07 mg (für den ganzen Extrakt aus
N 12,52 „ den Analysen berechnet).

Im Alkoholextrakt wurden Aschenbestandteile nachgewiesen und bestimmt.

Der nach allen Extraktionen zurückgebliebene Rückstand wurde auf seine anorganischen Bestandteile untersucht. Es fand sich das *Calcium* quantitativ im Rückstand auf 100 g Pulver berechnet 100,7 mg; vgl. die frühere Angabe: 101,29 mg (S. 419). Ebenfalls quantitativ konnte ich das *Magnesium* im Rückstand nachweisen; auf 100 g Pulver 61,70 mg; vgl. die frühere Angabe: 61,02 mg (S. 419). Das will besagen, daß Calcium und Magnesium in einer Alkohol absolutus völlig unlöslichen Form vorhanden sind. Beim Kalium fand sich ein alkohollöslicher und ein alkoholunlöslicher Teil:

Alkohollösliches Kalium . . . . . 218,6 mg
Alkoholunlösliches Kalium . . . . . 391,5 „

B. Pankreas.

Parallel mit den Extraktionen und Analysen der Nebenniere wurden diejenigen des Pankreas durchgeführt.

I. 14stündige Extraktion mit Aceton. Von 3,8504 g gingen 1,6479 g in das Aceton über. Der Acetonextrakt war strohgelb gefärbt, in der Kälte fiel eine fettig aussehende Substanz aus.

II. 24stündige Extraktion mit Petroläther. In diese Fraktion gingen 0,1250 g über, der Extrakt war farblos.

III. 10stündige Extraktion mit Alkohol absolutus. Es wurden 0,7412 g gelöst. Der Extrakt zeigte nach dem Abfiltrieren einer flockigen wachsartigen Masse eine schöne gelbe Farbe.

Von 3,8504 g waren zusammen extrahierbar 2,5141 g oder 65,3 Proz. (Nebenniere 38,67 Proz., S. 419).

Auf die einzelnen Fraktionen entfallen:

I. Aceton	65,5 Proz.	(56,3 Proz.)
II. Petroläther	5,0 „	(28,3 „)
III. Alkohol abs..	29,5 „	(15,4 „)

Die entsprechenden Zahlen der Nebennieren sind zum Vergleich in Klammern beigefügt.

Von 100 g sind extrahierbar 65,3 Proz. Von diesen entfallen:

65,5 Proz.	auf Aceton . . .	= 42,77 g	(21,78 g)
5,0 „	„ Petroläther .	= 3,26 g	(10,92 g)
29,5 „	„ Alkohol abs. .	= 19,27 g	(5.95 g)

I. Acetonextrakt. Der Gesamtextrakt wurde filtriert; der Filterrückstand und das Filtrat getrennt untersucht. Es waren keine Aschenbestandteile nachweisbar.

Filtrat	1,3153 g	
Ausgefallen	0,3326 g	
Im Filtrat		P 1,083 mg
		N 44,82 „
Im Ausgefallenen		P 0,244 „
		N 33,16 „
Zusammen.		P 1,327 mg
		N 77,98 „

Im Vergleich mit der Nebenniere ist der Acetonextrakt des Pankreas bedeutend N-reicher und etwas P-ärmer.

Cholesterinbestimmung:	freies Cholesterin	34,91 mg
	Gesamtcholesterin	87,74 „

Auf 100 g Pulver umgerechnet: 1,109 g Cholesterin oder 2,60 Proz vom Extrahierbaren sind Cholesterin (6,575 g, 17,0 Proz. bei der Nebenniere).

II. Petrolätherextrakt. In diese Fraktion gingen 0,1250 g über. Anorganische Bestandteile waren keine nachweisbar.

III. Alkoholextrakt. Diese Fraktion enthielt insgesamt 0,7412 g, davon fielen aus 0,1726 g, es blieben im Filtrat 0,5686 g.

Im Filtrat	P 2,659 mg	(2,07 mg)
	N 48,0 „	(12,52 „)
Im Ausgefallenen	P 0,73 „	
	N 12,61 „	
Zusammen.	P 3,389 mg	
	N 60,61 „	

Wie bei der Nebenniere, fanden sich im Alkoholextrakt anorganische Bestandteile. Der nach allen Extraktionen zurückgebliebene Rückstand wurde auf seine anorganischen Bestandteile untersucht. Es fanden sich die gleichen Verhältnisse wie bei der Nebenniere, Calcium und Magnesium wurden quantitativ im Rückstand nachgewiesen, *vom Kalium war ein Teil im Alkohol löslich.*

Auf 100 g Pulver Ca 66,16 (vgl. die frühere Angabe 64,21 mg, S. 419); Mg 94,0 mg (vgl. die frühere Angabe 93,76 mg.)

Alkohollöslich	K 366,0 mg
Alkoholunlöslich	K 670,46 „

Nach einem ersten Extraktionsversuch hatte es den Anschein, als ob ein Teil der anorganischen Bestandteile durch organische Lösungsmittel leicht extrahiert werden könnte, und zwar entsprechend dem Lipoidgehalt. Zur Kontrolle wurde noch einmal eine Extraktion des Pulvers mit 92proz. Alkohol angesetzt und im Alkoholextrakt und im Rückstand die Kationen bestimmt. Es ergab sich die folgende Fraktionierung.

	Nebenniere		Pankreas	
	Proz.	mg	Proz.	mg
Ca alkohollöslich	11,35	11,91	14,2	8,84
Ca alkoholunlöslich . . .	88,65	92,84	85,8	55,4
Mg alkohollöslich	28,94	18,08	31,4	29,44
Mg alkoholunlöslich . . .	70,98	44,41	68,6	73,52
K alkohollöslich	37,55	231,8	39,43	410,6
K alkoholunlöslich	62,44	385,6	60,57	632,0

Die Übereinstimmung in der Extrahierbarkeit der anorganischen Bestandteile ist in die Augen springend, so auffallend die früher angeführten Unterschiede in der Extrahierbarkeit der fettartigen Substanzen sind. Es ist anzunehmen, daß die Löslichkeit der anorganischen Bestandteile, abgesehen von den Chloriden, auf den Wassergehalt des 92proz. Alkohols zurückzuführen ist.

Im Handbuch der Biochemie (24) geben *H. Aron* und *R. Gralka* über den anorganischen Gehalt von Pankreas und Nebenniere folgende Werte. Meine Zahlen sind in Klammern beigefügt.

Pankreas.

Hund: Cl . . . . . 51 mg auf 100 Teile frischer Substanz.
Mensch: CaO . 100 bis 222 „ auf 1000 Teile frischer Substanz
Ca . . 71,5 „ 158,5 „ (144,6),
Mensch: MgO . . . . 280 „ auf 1000 Teile frischer Substanz
Mg . . . . 168,9 „ (275).

Nebenniere.

Hund: Cl . . . . . 200 mg auf 100 Teile frischer Substanz.

Bei *Magnus-Levy* (25) fand ich folgende Zahlen für Pankreas:

Cl . . . . . 161 mg in 100 g frischer Substanz.
Ca . . . . . 15,9 „ in 100 g frischer Substanz (14,46).
Mg . . . . . 16,8 „ in 100 g frischer Substanz (27,46).

In den Tabellen I, II und III fasse ich die wesentlichen Resultate kurz zusammen. Ihnen ist vielleicht darum eine gewisse Bedeutung zuzusprechen, da sie einerseits an menschlichen Organen gewonnen wurden, andererseits an einem fabrikmäßig hergestellten Pulver, das von vielen Exemplaren herrührt und so Durchschnittswerte ermöglicht.

Tabelle I.

Anorganische Bestandteile.

	Nebenniere				Pankreas			
	Frisch		Pulver		Frisch		Pulver	
	mg/100	mg-Mol	mg/100	mg-Mol	mg/100	mg-Mol	mg/100	mg-Mol
$Na^{\cdot}$	44,06	1,916	246,21	10,71	87,14	3,79	271,8	11,82
$K^{\cdot}$	103,1	2,636	610,43	15,61	226,3	5,79	1044,26	26,71
$Ca^{\cdot\cdot}$	15,60	0,389	101,29	2,528	14,46	0,36	62,21	1,55
$Mg^{\cdot\cdot}$ . . .	9,86	0,405	61,02	2,508	27,46	1,13	93,76	3,855
$Cl^{\prime}$	—	—	302,0	8,537	—	—	313,9	8,850
PO_4 (ges.) .	—	—	1026,0	—	—	—	1007,4	—
K : Ca . .	6,77		6,18		16,03		17,20	
Ca : Mg . .	0,96		1,031		0,32		0,40	
K : Na . .	1,376		1,458		1,53		2,26	

Tabelle II.

Extrahierbarkeit.

	Nebenniere Proz.	Pankreas Proz.
Von 100 g extrahierbar . . .	38,67	65,3
Davon entfallen auf:		
Aceton	56,3	65,5
Petroläther	28,3	5,0
Alkohol abs.	15,4	29,5

Tabelle III.

Fraktionierung der Kationen.

	Nebenniere				Pankreas			
	Alkohollöslich		Alkoholunlöslich		Alkohollöslich		Alkoholunlöslich	
	Proz.	mg	Proz.	mg	Proz.	mg	Proz.	mg
Ca . .	11,35	11,91	88,65	92,84	14,2	8,84	85,8	55,4
Mg . .	28,94	18,08	70,98	44,41	31,4	29,44	68,6	73,52
K . .	37,55	231,8	62,44	385,6	39,43	410,6	60,57	632,0

Als allgemeines Resultat möchte ich hervorheben, daß nach diesen Erfahrungen das Verhältnis K : Ca im Pankreas ein sehr viel höheres ist als in der Nebenniere, so daß also zwischen den einzelnen Organen sicher Differenzen in der anorganischen Zusammensetzung bestehen. Da der Stickstoffgehalt in der fettreichen Trockensubstanz in der Hauptsache der gleiche ist, geht auch aus den vorliegenden quantitativen Bestimmungen klar hervor, wie wesentlich für den charakteristischen Aufbau der Gewebe ihr spezifischer Gehalt an anorganischen Stoffen ist.

Literatur.

1) *N. Seiffert*, Inaug.-Diss. Basel 1924. — 2) *Policard*, La micro-incinération et son intérêt dans les recherches histochimic. — 3) *Gossmann*, Inaug.-Diss. Erlangen 1898. — 4) *Lüning*, Inaug.-Diss., Würzburg 1899. — 5) *R. Rössle*, Münch. med. Wochenschr. **61**, 756, 1914. — 6) *Kahle*, ebendaselbst **61**, 752, 1914; Beitr. z. Klin. der Tuberk. **47**, 296, 1921. — 7) *E. Tschopp*, Helv. Chim. Acta **8**, 893, 1925. — 8) *Kramer* und *Tisdall*, Journ. biol. Chem. **46**, 339, 1921. — 9) *Dieselben*, ebendaselbst **47**, 475, 1921. — 10) *Gadient*, Helv. Chim. Acta **6**, 729, 1923. — 11) *M. Richter-Quittner*, diese Zeitschr. **158**, 176, 1925. — 12) *J. Bang*, Mikromethode der Blutuntersuchung. München und Wiesbaden. — 13) *van Slyke* and *Donleavy*, Journ. of biol. Chem. **37**, 55, 1919. — 14) *Briggs*, ebendaselbst **53**, 13, 1922. — 15) *Doisy* and *Bell*, ebendaselbst **44**, 55, 1920. — 16) *F. Pregl*, Quantitative organ. Mikroanalyse 1923, S. 113. — 17) *Oppenheimer*, Handb. d. Biochem., 2. Aufl. Jena 1924. — 18) *Gossmann*, Inaug.-Diss. Erlangen 1898. — 19) *Lüning*, Inaug.-Diss. Würzburg 1899. — 20) *Goldschmidt*, Inaug.-Diss. Straßburg 1910; *R. Wagner*, diese Zeitschr. **64**, 72, 1914; *Beumer*, Arch. f. exper. Pathol. u. Pharm. **77**, 304, 1914; *Alexander*, Zieglers Beitr. **11**, 145, 1892; *Borberg*, Skand. Arch. f. Physiol. **32**, 287, 1915. — 21) *H. Gorodissky*, diese Zeitschr. **159**, 397, 1925. — 22) *Borberg*, Skand. Arch. f. Physiol. **32**, 287, 1915. — 23) *Rosenheim* and *Tebb*, Journ. of Physiol. **37**, 38. — 24) *Oppenheimer*, Handb. d. Biochem. **1**, 2. Aufl. Jena 1924. — 25) *Magnus-Levy*, diese Zeitschr. **24**, 363, 1910.